



# Sentinel Lenf Nodu Uygulamalarında Hasta ve Personel Radyasyon Maruziyeti

## Patient and Personnel Radiation Exposure in Sentinel Lymph Node Practice

Mine Şencan Eren<sup>1</sup>, Recep Bekiş<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi, Sağlık Araştırma ve Uygulama Hastanesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

### Öz

Sentinel lenf nodu görüntülemesi en sık meme kanseri, deri kanserleri ve baş-boyun kanserlerinde bölgesel evreleme aşamasında kullanılan bir yöntemdir. Son zamanlarda jinekolojik tümörlerde de kullanımı artmıştır. Sentinel lenf nodunun tespiti mavi boya ve/veya radyokolloid yöntemlerle yapılmaktadır. Radyokolloid yöntemlerle sentinel lenf nodu görüntülemesi yapılırken çeşitli radyofarmasötikler kullanılmaktadır. Burada amaç tümör bulunan alana farklı teknikler ile enjeksiyon yapıp lenfatik akımı görüntüleyerek, lezyona en yakın ve kanser hücrelerinin ilk drene olacağı lenf nodunu göstermektir. Enjeksiyon esnasında hasta, nükleer tıp çalışanı, operasyon esnasında cerrah, hemşire ve anestezi ile eksiz edilen lenf nodunu inceleyen patolojist de dahil olmak üzere hasta ile yakın temasta olan çalışanların verilen radyoaktif maddeye maruz kalması söz konusudur. Maruz kalınan radyasyon dozunu ölçmek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu derlemede amacımız bu konuda yapılmış olan çalışmalarını gözden geçirip hasta ve personelin radyasyon maruziyeti ile ilgili genel bir değerlendirme yapmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sentinel lenf nodu, radyasyon dozimetri, radyasyon güvenliği

### Abstract

Sentinel lymph node imaging is the method used for regional staging most commonly in breast cancer, skin cancer, as well as head and neck cancer. Recently, it has also been used in gynecologic tumors. Detection of the sentinel lymph node is done by blue dye and/or radiocolloid methods. When sentinel lymph node imaging is performed by radiocolloid methods, various radiopharmaceuticals are used. Herein, by injecting using different techniques into the tumor area and imaging the lymphatic flow, we aimed to show the lymph node which is closest to the lesion and the cancer cell will be first drained to. Patients and nuclear medicine workers during the injection, as well as nurse, surgeon, and the anesthetist during the operation, including the pathologist who is examining the excised lymph node and the staff in close contact with the patient are exposed to the radioactive substance. There are various methods for measuring the dose of radiation being emitted. In this review, our aim was to assess the studies done in this regard and to make a general assessment of the radiation exposure of patients and staff.

**Keywords:** Sentinel lymph node, radiation dosimetry, radiation safety

### Giriş

Sentinel lenf nodu (SLN) görüntülemesi en sık meme kanseri, deri kanserleri ve baş-boyun kanserlerinde operasyondan hemen önce bölgesel evreleme aşamasında kullanılan lenfatik ağ yapısına dayanan bir görüntüleme yöntemidir (1,2,3,4,5). Son zamanlarda

jinekolojik ve ürolojik tümörlerde de kullanımı artmıştır (6). SLN tespiti iki şekilde yapılmaktadır; özel boyaların kullanıldığı mavi boya yöntemi ve radyokolloidlerin kullanıldığı radyokolloid yöntemi. Radyokolloid yöntem ile SLN görüntülemesinde koloidal partiküller yapıdaki radyofarmasötikler lenf kanalları ile lenf nodlarına taşınarak orada makrofajlar tarafından

### Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Mine Şencan Eren, Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi, Sağlık Araştırma ve Uygulama Hastanesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Kars, Türkiye  
Tel.: +90 474 225 01 06 - 8064 E-posta: minesencan67@myynet.com ORCID ID: orcid.org/0000-0002-2642-4325

©Telif Hakkı 2017 Türkiye Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

tutulmaktadır. Bu işlemde radyoaktif madde olan Tc-99m perteknetat ile işaretli bir çok partiküler yapıda farmasötik ajan kullanılmaktadır (2,7). Radyofarmasötik ajanla çalışıldığından işlemi yapan doktor haricinde hasta ve hasta ile teması olanlar da (hastayı opere eden cerrah, ameliyathane hemşiresi, anestezi ve patolog) radyasyona maruz kalmaktadır. Radyasyon ile çalışılan ortamlar için ulusal ve uluslararası atom enerjisi kurumları tarafından radyasyon güvenliği önerileri ve doz sınırları belirlenmiştir. Bu öneriler içinde radyasyon güvenliğini sağlamak için ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prensibi kullanılarak mümkün olan en az dozun alınması sağlanmaya çalışılır (8,9,10).

SLN biyopsisi uygulamalarında radyasyon çalışanı dışındaki personelin ve hastaların radyasyonla yakın ilişkide olması hem hasta açısından hem de personel açısından düşüğe olsa risk teşkil ettiğinden hasta ve hasta ile teması olan çalışanların aldığı dozlarla ilgili literatürde çalışmalar yapılmıştır (11,12,13). Bu konuda yapılan çalışmalar ve deneyimlerimiz eşliğinde yazılan bu derlemede; radyasyon güvenliği hakkında genel bilgilere vurgu yaparak hasta ve personelin radyasyon güvenliği hakkında değerlendirme yapılmıştır.

### Radyasyon ve Olası Riskler

Nükleer tıp tetkikleri bilindiği gibi radyofarmasötik adı verilen radyoaktif bir madde ve farmasötik bir ajanın bağlanması ile elde edilen maddeler ile yapılmaktadır. Unstabil bir atom, stabil hale gelirken farklı enerji türleri yayar. Yayılan bu enerjilere radyasyon denmektedir. Parçacık veya elektromanyetik dalga yapısındaki bu radyasyon atomlarla etkileştiğinde atomları yüklü hale getirirse iyonlaştırıcı radyasyon adını alırken, atomları iyonlaştırmada yeterli enerjiye sahip değilse iyonlaştırıcı olmayan radyasyon adını alır (14). İyonlaştırıcı radyasyon tipleri; alfa parçacıkları, beta parçacıkları, nötron veya gama ışınları ve X ışınlarıdır.

Örneğin I-131'in iki adet beta enerjisi [333-606 kilo elektron volt (keV)] ve dört adet gama enerjisi [80-284-364-637 keV] mevcut iken, Tc-99m perteknetat'ın üç gama enerjisi vardır. Onların enerjileri de sırayla 2-140-142 keV'dir.

Yapılan çalışmalar radyasyonun biyolojik etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Bunlar sitokastik ve deterministik etkiler olmak üzere iki grupta incelenmiştir (15,16,17,18).

Deterministik etkiler; radyasyona maruz kalınır kalınmaz oluşan erken etkiler olarak tanımlanır. Deterministik etkide belli bir eşik doz mevcuttur.

Bunlar akut radyasyon sendromu, katarakt ve kısırlık olarak sınıflandırılmıştır. Akut radyasyon sendromu oluşması için belirlenen doz 250 mSv civarındadır (19).

Eğer alınan doz 3 Sv düzeyinde ise hematopoetik sistemde oluşan etkiler sonucunda 60 gün içinde ölüm gerçekleşir. 10 Sv üzerinde doz maruziyeti gastrointestinal sendrom oluşturur ve 10 gün içinde ölüm gerçekleşir. 100 Gy civarında alınan doz santral sinir sistemi veya serebrovasküler sendrom oluşturmaktadır (19).

Katarakt oluşumu 0,6-1,5 Gy civarında oluşmaktadır. Erkeklerde geçici kısırlık 0,15 Sv, kalıcı kısırlık ise 3,5 Sv dozlarında oluşurken, kadınlarda kısırlık 2,5-6 Sv düzeyinde doz alındığında oluşmaktadır (19).

Sitokastik etkiler ise; radyasyona maruz kalındıktan yıllar sonra ortaya çıkan etkiler olup, gelişmesinde herhangi bir eşik doz bildirilmemiştir.

Sitokastik etkiler; tiroid kanseri, deri kanseri gibi kanserler ve genetik etkiler olarak sınıflandırılır (19).

Sitokastik etkiler içinde değerlendirilen kanserler spontan olabileceği gibi radyasyonun neden olduğu mutasyona da bağlı olabilir (19).

### Radyasyon Güvenliği ve Eşik Dozları

Radyasyon güvenliği belli kurallara bağlıdır. Radyasyona maruz kalan çalışanların ALARA prensibini benimsemesi ve alınacak dozu azaltması gerekmektedir. SLN görüntülemesi yapılırken ve hasta ile teması olan diğer sağlık çalışanların (cerrah, hemşire, anestezi ve patolog) maruz kaldıkları radyasyon dozunu azaltmak için bazı önlemlerin alınması çok önemlidir (8,9,10).

Hasta ile temasın en kısa sürede tutulması ve hasta ile araya mesafe koymak, maruz kalınacak radyasyon dozunu önemli derecede azaltır. Bununla birlikte hasta ile temas durumunda kurşun koruyucular (önlük, gonad ve tiroid koruyucuları vb.) kullanılarak alınan radyasyon miktarı düşürülebilir (10). Ancak hastaya radyofarmasötik enjeksiyonu ve operasyon işlemi uzaktan yapılamaz. Bu nedenle en önemli koruyucu unsur kurşun koruyucuların kullanılmasıdır. Kurşun önlüklerin kalınlığı arttıkça geçirgenlik de azalmaktadır.

Yaklaşık 140 kVp'lik X ışınından 0,50 mm'lik kurşun %93,4 koruma sağlamaktadır (20). Yapılmış olan araştırmalar sonucunda radyasyon çalışanları ve halkın alacağı radyasyon doz limitleri belirlenmiştir.

Buna göre radyasyon çalışanları ardışık 5 yıllık ortalama 20 mSv, bir yıl içinde ise 50 mSv etkin doz olabilir. Eşdeğer deri dozu ise 500 mSv/yıldır. Göz merceği için yıllık 150 mSv'dir. Halkın alacağı etkin doz yıllık 1 mSv, bir

yıl içinde toplam 5 mSv olarak bildirilmiştir. Halkın alacağı eşdeğer deri dozu ise 50 mSv/yıl olarak bildirilmiştir (10, 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21).

### SLN Biyopsisinde Kullanılan Radyasyon Dozu

SLN biyopsisinde (SLNB) kullanılan radyofarmasötiklerde Mo-99/Tc-99m jeneratöründen elde edilen yarı ömrü 6 saat olan 140 keV enerjiye sahip gama enerjili Tc-99m perteknetat kullanılmaktadır.

Uygulama öncesi Tc-99m perteknetat nanokolloid, sülfür kolloid, rhenium sülfid gibi bazı partiküler ajanlar ile kimyasal olarak bağlanarak hastaya verilmektedir (6,7,8,9, 10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22).

Literatürde hastaya verilen dozlar 1 mCi (37 MBq)-10 mCi (370 MBq) arasında olabildiği gibi 0,5-2 mCi arasında aktivite verildiğini bildiren yayınlarda mevcuttur (23,24,25,26,27,28,29).

### SLNB'de Hasta ve Sağlık Çalışanlarının Maruz Kaldığı Radyasyon Dozları

SLN görüntülemesinde düşük doz radyoaktif madde ile çalışılsa bile hasta ile teması olanlar radyasyona maruz kalmaktadır (6). Maruz kalınan radyasyon dozları Termoluminosan Dozimetri (TLD) veya Geiger Müller (GM) cihazı ile ölçülmektedir (11,12). Literatürde SLNB uygulamalarında hasta ve sağlık çalışanlarının maruz kaldığı radyasyon dozlarını saptayan bir çok çalışma yapılmıştır.

### SLNB Yapılan Hastalarda Maruz Kalınan Dozlar

Bergqvist ve ark. abdomen duvarında malign melanom tanılı hastalar için SLNB yapıldığında hastanın tüm vücut dozlarının 0,7-4,5 µGy, gonadların 0-22 µGy, karaciğerin 1,0-3,9 µGy doz aldığını, efektif dozun ise 197 µSv olduğunu bildirmişlerdir (30).

Waddington ve ark.'nın araştırmasında 0,2-0,4 mCi doz ile SLNB uygulamasında hastanın aldığı efektif dozun  $2,1 \times 10^{-2}$  mSv, ortalama meme dozunun ise  $7,2 \times 10^{-1}$  mSv, olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca hastanın mide, karaciğer, pankreas ve kemik gibi organlarının  $3 \times 10^{-3}$  mSv, tiroid, dalak, safra kesesi, kemik iliği, kas ve adrenal glandın ise  $2 \times 10^{-3}$  mSv'dan az doz aldığını tespit etmişlerdir (31).

Pandit-Taskar ve ark. çalışmalarında, 0,1-0,5 mCi doz verildiğinde, hastanın meme, kalp, karaciğer, akciğer, overler, timus ve tüm vücut absorbe dozlarını sırasıyla 14,9; 0,214; 0,062; 0,151; 0,004; 0,163; 0,075 mGy olarak

hesaplamışlardır. Eğer hasta gebe ise fetüsün absorbe ettiği doz ise 0,014 mGy olarak bildirilmiştir (32).

Ferrari ve ark. 0,3 mCi doz verilen hastanın sağlıklı dokularının absorbe ettiği dozu, karşı meme için 0,9 mGy, abdomen için 0,45 mGy; yani 1 mGy'den az olduğunu bildirmişlerdir (33).

Law ve ark. sol memeye enjeksiyon yaptıklarında akciğerin 0,197 µGy, midenin 0,271 µGy, karaciğerin 0,074 µGy, tiroid dokusunun 0,156 µGy, sol memenin 4,077 µGy, deri dokusunun 0,329 µGy doz aldığını, sağ memeye enjeksiyon yaptıklarında ise akciğerin 0,230 µGy, midenin 0,163 µGy, karaciğerin 0,236 µGy, tiroid dokusunun 0,183 µGy sağ memenin 3,755 µGy ve deri dokusunun 0,258 µGy civarında doz aldığını belirlemişlerdir (34).

### Meme Kanseri Hastalarında SLN Uygulamasında Çalışanların Maruz Kaldığı Dozlar

Meme kanseri oldukça sık görülen ve en sık SLN görüntülemesi yapılan kanser türüdür.

Stratmann ve ark. 20 meme kanseri hastasında yaptıkları çalışmada 0,7-1,1 mCi Tc-99m sülfür kolloid enjeksiyonu sonrasında, meme enjeksiyon alanı, lumpektomi materyali ve SLN'nin belirli uzaklıklardan (3-30-300cm) ölçümlerini yapıp cerrah, ameliyathemşiresi ve patoloğun maruz kaldığı dozları ölçmüşlerdir. Ölçümü yaparken GM cihazı kullanmışlardır (11). Bu çalışmada background aktivitede ölçülmüştür (0,04 mRem/h). Sonuç olarak Stratmann ve ark. cerrahın ellerinin 342,5 µSv (34,25 mRem/h), cerrahın vücudunun 13,3 µSv (1,33 mRem/h), ameliyathane hemşiresinin vücudunun ise 1,5 µSv (0,15 mRem/h) doza maruz kaldığını bildirmişlerdir. Lumpektomi materyalini incelediğinde patoloğun ellerinin 186,2 µSv (18,62 mRem/h), vücudunun 3,4 µSv (0,34 mRem/h), SLN materyalini incelediğinde ise ellerinin 0,6 µSv (0,06 mRem/h), vücudunun ise 0,4 µSv (0,04 mRem/h) doza maruz kaldığı bildirilmiştir (11).

de Kanter ve ark. 12 meme kanseri hastasına 30 MBq (0,8 mCi) aktivite içeren Tc-99m nanokolloid enjeksiyonu (subkutan-peritümöral) sonrası TLD ile çalışanların dozlarını kaydetmişlerdir (12). Cerrah, cerrahi asistanı, patoloğa ait torakal duvar için ortalama doz değerleri sırasıyla 3,7; 0,9; 0,4 µSv, abdominal duvar için 8,2; 2,1; 3,0 µSv, sağ el için 18, 17, 2 µSv sol el için 61, 21, 3 µSv olarak hesaplanmıştır. Ameliyathane hemşiresi ve patoloji asistanının torakal duvarına aldığı doz değerleri ise 1,9 ile 2 µSv olarak hesaplanmıştır (12).

Bekiş ve ark. çalışmalarında 5,5-7,4 MBq (0,1-0,2 mCi) Tc-99m ile işaretli nanokolloid enjeksiyonu sonrasında

ameliyathane odasında 3 SLNB operasyonunu başından sonuna kadar kamera çekimine alıp tüm cerrahi ekibin hasta ile ne kadar yakınlıkta ne kadar süre çalıştığı saptamıştır. Hastadan 50-100-150-200 cm uzaklıktan GM cihazı ile ölçüm yapmışlardır (13). Operasyonu yapan cerrahın aldığı tüm vücut radyasyon dozu 2,00-4,70  $\mu$ Sv, birinci cerrahi asistanın 0,65-4,30  $\mu$ Sv, ikinci cerrahi asistanın 0,08-0,83  $\mu$ Sv, hemşirenin 0,40-0,50  $\mu$ Sv, anesteziistin aldığı dozun ise 0,18-0,65  $\mu$ Sv olduğunu rapor etmişlerdir.

Radyasyon güvenliği yönetmeliğine ve Uluslararası Radyolojik Korunma Komitesi (ICRP) göre radyasyon çalışanları için alınabilecek doz limiti 20 mSv (20,000  $\mu$ Sv/yıl), halk için ise 1 mSv (1000  $\mu$ Sv) olarak bildirilmiştir (21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35). Dolayısıyla Bekiş ve ark.'nın yaptıkları çalışmada cerrah her yıl 212-500 adet SLN eksizyonu yaparsa halk için doz sınırlamasını, 4,255-10,000 adet yaparsa radyasyon çalışanlarına ait doz limitlerini aşacağı hesaplanmıştır (13).

Barreto ve ark. 44 meme kanseri hastasında SLN görüntülemesi yapmış; GM ve TLD ile doz ölçümlerini şu şekilde raporlamıştır (36). GM cihazı ile nükleer tıp çalışanının el dozu 332,54  $\mu$ Sv, cerrahın 16,82  $\mu$ Sv, anesteziistin, 2,75  $\mu$ Sv, hemşirenin 0,00  $\mu$ Sv, patoloğun ise 0,690  $\mu$ Sv olduğunu, göğüs bölgesine alınan dozun ise nükleer tıp çalışanı için 9,71  $\mu$ Sv, cerrahın 0,73  $\mu$ Sv, anesteziistin 0,26  $\mu$ Sv, hemşirenin 0,21  $\mu$ Sv, patolog için ise 0,13  $\mu$ Sv olduğunu bildirmiştir. Bu çalışma sonucunda yıllık 189 SLN görüntülemesi yapan nükleer tıp çalışanının efektif dozu 17,01 mSv tespit edilmiştir. Radyasyon çalışanının el dozunun üst limiti 500 mSv/yıl olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla yaklaşık yılda 5556 SLN işlemi yapılırsa yıllık doz limitini aşılması söz konusudur. Bu çalışmada yine patoloğun 88 SLN eksizyon materyalini incelediğinde maruz kaldığı efektif doz 1,76 mSv/yıl olarak saptanmış ve yıllık 25,000 adet uygulama yaptığında sınır limiti aşacağı bildirilmiştir (36).

Morton ve ark., enjeksiyon yaptıktan sonra aynı gün ve bir ertesi gün operasyon yaparak çalışanların tüm vücut ve parmak dozlarını ölçmüşlerdir. Tüm vücut dozları aynı gün içinde işlem yapılırsa cerrah için 1,9  $\mu$ Sv hemşire için 0,2  $\mu$ Sv patolog içinse 2,5  $\mu$ Sv olarak hesaplanmıştır. Enjeksiyondan bir gün sonra operasyon yapıldığında ise cerrahın tüm vücut dozu 0,5  $\mu$ Sv, hemşirenin 0,05  $\mu$ Sv, patoloğun ise 0,6  $\mu$ Sv olarak tespit edilmiştir. Nükleer tıp çalışanının tüm vücut dozu aynı gün ve ertesi gün ayrımı olmaksızın <0,2  $\mu$ Sv olarak sabit bulunmuştur. Morton ve ark. yaptıkları bu çalışmada cerrah, ve patoloğun el dozlarını ise her olgu başına sırasıyla ortalama 13  $\mu$ Sv

ve 9  $\mu$ Sv olarak tespit etmişlerdir. Buna göre cerrahın ve patoloğun tüm vücut dozları ve el dozları enjeksiyondan bir gün sonrasında operasyon yapılırsa azalacaktır (37).

Waddington ve ark. meme kanseri hastalarında yaptıkları çalışmada cerrahın ortalama vücut dozunu 0,34  $\mu$ Sv, ortalama parmak dozunu ise 90  $\mu$ Sv olarak tespit etmişlerdir (31).

Najafi ve ark. ise yine meme kanseri hastalarında yaptıkları çalışmada non dominant ikinci parmağın ortalama dozunu 53,49  $\mu$ Sv, üçüncü parmağın 52,88  $\mu$ Sv ve abdominal duvarın aldığı dozu 30,92  $\mu$ Sv olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca cerrahın hasta başında geçirdiği süre uzarsa alınan dozun arttığı dikkati çekmiştir (38).

Singleton ve ark. meme kanserli hastaların SLN operasyonunda, patoloğun el dozunu her örneği 5 dk. süre incelediğinde 120 örnek için 1,2 mSv, 150 örnek için 1,5 mSv, 180 örnek için 1,9 mSv, maksimum 20 dk. incelendiğinde ise sırasıyla 4,9; 6,2 ve 7,4 mSv olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak minimum ve maksimum el dozunu 1,2-7,4 mSv olarak bildirmişlerdir. Aynı çalışmada yine 120-150 ve 180 örnek minimum 5 dk., maksimum 20 dk. incelendiğinde ise tüm vücut dozlarını ise 4,7-28,2  $\mu$ Sv arasında olduğunu rapor etmişlerdir (39).

Koizumi ve ark. meme kanseri hastalarında iki farklı çalışma yapmışlardır. Bu çalışmaya göre 7,4-37 MBq civarında aktivite ile enjeksiyon yapıp aynı gün operasyon yapılırsa cerrah 1-6  $\mu$ Sv arasında, 37-74 MBq civarında aktivite ile enjeksiyon yapıp ertesi gün operasyon yapılırsa cerrah 2-4  $\mu$ Sv doza maruz kalacaktır. Ayrıca bu çalışmada yüksek doz (74 MBq) enjeksiyon yapıldığında cerrah 4-6  $\mu$ Sv, düşük doz (7,4 MBq) enjeksiyon yapıldığında ise 1-2  $\mu$ Sv civarında doz alacağını öngörmüşlerdir (40).

Malign melanom tanısı konmuş olan hastalarda da SLN görüntülemesi yapılmaktadır (1,34,35,36,37).

Sera ve ark. 25 malign melanom tanılı hastada yaptıkları çalışmada cerrahın el dozunu 159 $\pm$ 23  $\mu$ Gy, asistan cerrahın ise 48 $\pm$ 17  $\mu$ Gy olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada hemşirenin eşdeğer dozu ise yine büyük oranda <1  $\mu$ Sv tespit edilmesine rağmen 1-4,5  $\mu$ Sv değerleri arasında da olabilmektedir. Bunun nedeni hasta ile geçirilen sürenin uzunluğu ve enjeksiyon yerine olan mesafenin kısalığı olarak bildirilmiştir (1).

Miner ve ark. meme kanseri ve malign melanom tanılı hastalarda yaptıkları çalışmada 14 olguda cerrahın aldığı dozu 9,6 $\pm$ 3,6 mRem/h (96  $\mu$ Sv) olarak hesaplanmıştır (41).



Alazraki ve ark., 18,5 MBq (500 µCi) Tc-99m ile işaretli kolloid enjeksiyonu sonrasında hasta başına tahmini cerrahın el dozunu 5-94 µSv olarak bildirmişlerdir. Buna göre eğer cerrah yılda 30-60 adet SLN cerrahisi yaparsa yıllık parmak doz limitine ulaşmamakta ancak, yıllık çevresel etkenlere bağlı halkın alacağı (3 mSv) dozu aşabileceğini bildirmişlerdir (44).

Coventry ve ark. meme kanseri ve malign melanom tanılı hastalarda yaptıkları çalışmada cerrahın el dozunu eğer meme kanserinde SLN prosedürü uygulanırsa yaklaşık 250 µSv patolojistin ise yaklaşık 10 µSv olacağını bildirmişlerdir. Bu çalışmada cerrah 200 meme kanseri hastasının SLN operasyonunu yaparsa halk dozu limitine, 2000 operasyon yaparsa radyasyon çalışanlarının doz limitinin minimum dozuna maruz kalacağını eklemiştir (45).

Renshaw ve ark. 2003-2009 yılları arasında meme kanseri, malign melanom ve mercel hücreli kanser tanılı hastalara uygulanan SLN örneklerinin içerdiği aktiviteyi ölçerek patoloğun maruz kaldığı dozu değerlendirmişlerdir (46). Bu çalışmada 2902 adet SLN ve primer rezeksiyon materyali incelenmiştir. Patoloji laboratuvarının background radyasyon değeri 0,2 mRem/h olarak ölçülmüştür. Bu çalışmaya göre 242 materyal background aktivitenin üstünde (2 mRem/h) radyoaktivite içermektedir. Bu materyallerin en küçük ortalama 7,3 mRem/h, en yüksek ortalama 25,1 mRem/h olarak içerdikleri radyoaktivite değerleri belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada patoloğ ve histoloji teknisyeninin aldığı doz aylık 10 mRem olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak Renshaw ve ark. patoloğun ve histoloji teknisyeninin verilen aktivite düzeyine göre maruz kalacağı dozun değişeceğini, yüksek dozda işlem yapılırsa maruz kalınacak dozun yüksek olacağını bildirmişlerdir (46).

## Sonuç

SLN saptanması nükleer tıp görüntülemeleri içinde hastaların evrenmesi amacı ile kullanılan son derece önemli bir tekniktir. Bu işlem yapılırken radyofarmasötik ajanlar kullanıldığı için hasta ile teması olan sağlık çalışanları mutlaka radyoaktif maddeye maruz kalmaktadır.

Hasta SLN görüntüleme işlemine hayatında bir veya birkaç kez maruz kalabilir. Ancak sağlık çalışanları bu işlemi sürekli olarak yaptığından radyasyon maruziyeti süreklilik arz etmektedir. Dolayısıyla çalışanların maruz kaldığı dozların bilinmesi; bazı önlemler ile bu maruziyeti azaltılabilir.

SLN görüntülemesindeki avantaj diğer nükleer tıp görüntülemelerine oranla verilen aktivite miktarının

az olmasıdır. Ancak, literatürde yüksek doz aktivite ile yapılan SLN görüntüleme çalışmaları da mevcuttur.

Literatürde SLN çalışması yapıldığında nükleer tıp çalışanı, cerrah, asistan, anestezi ve patoloğun aldığı dozlar genel olarak yıllık halk dozu ve yıllık radyasyon çalışanlarının aldığı dozların altındadır.

Literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde genel olarak nükleer tıp çalışanının maruz kaldığı doz sabittir. Çünkü çoğu zaman kliniklerin belirlediği radyoaktif madde dozu değişmeksizin uygulamalar yapılmaktadır. Nükleer tıp çalışanının radyasyon maruziyetini azaltmak için görüntü kalitesini etkilemeyecek şekilde en az doz ile görüntülemenin yapılması önerilebilir. Ayrıca ALARA prensiplerine uyulması da gerekmektedir.

Operasyonu yapacak olan ameliyathane ekibinin (cerrah, asistan, hemşire ve anestezi) aldığı dozlar; yıllık belli sayıda SLN operasyonu yapılırsa halk dozu ve radyasyon çalışanlarının maruz kaldığı doza erişmektedir.

Ameliyathane ekibi içinde cerrahın parmak dozu ve tüm vücut dozu diğer çalışanlardan daha yüksektir.

Cerrahın aldığı dozun diğer çalışanlardan yüksek olmasının nedeni operasyon esnasında enjeksiyon yerine ve/veya operasyon materyaline daha yakın olmasıdır. Ayrıca yapılan çalışmalar göstermiştir ki, operasyon süresinin uzaması maruz kalınan dozu artıran önemli faktörlerden biridir.

Yukarıda bahsettiğimiz gibi SLN operasyonlarının çok sık yapıldığı, hasta popülasyonunun yüksek olduğu kliniklerde (yıllık 2000-5000 civarında operasyon yapılırsa) radyasyon çalışanlarının minimum doz limitine ulaşması mümkündür. Bu durumda operasyon esnasında hasta ile cerrah arasına operasyonu engellemeyecek şekilde kurşun plak konulması tüm vücut dozunu azaltabilir. İlave olarak tiroid koruyucularının kullanılması tiroidin maruz kaldığı dozu azaltacaktır.

Yapılan bazı çalışmalarda enjeksiyondan bir gün sonra hasta opere edilirse cerrahın maruz kaldığı doz belirgin olarak azalmaktadır.

SLN örneklerini inceleyen patoloğun aldığı dozun yine yıllık halk ve radyasyon çalışanlarının dozlarına ulaşması için çok sayıda örnekleme yapılması gerekmektedir. SLN görüntülemesi sonrasında aynı gün operasyon yapılırsa ve aynı gün materyal incelenirse patoloğ daha fazla doz alırken, ertesi gün operasyon yapılırsa daha az doz almaktadır.

Ayrıca patoloğ SLN materyalini incelerken daha az doza maruz kalırken, lumpektomi materyalini incelerken daha fazla doza maruz kalmaktadır.

SLNB uygulamalarında hasta ve personel radyasyon dozları ihmal edilebilir düzeyde olup günlük pratikte

radyasyon doz sınırlarına ulaşmamaktadır. Bu nedenle cerrahi personeline sürekli doz ölçümü yapmaya gerek duyulmamaktadır. ALARA prensiplerine uymak ve işlem sıklığını düzenlemek alınan radyasyon maruziyetini en aza indirecektir.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

### Kaynaklar

- Sera T, Mohos G, Papos M, et al. Sentinel node detection in malignant melanoma patients: radiation safety considerations. *Dermatol Surg* 2003;29:141-145.
- Mariani G, Moresco L, Viale G, et al. Radioguided sentinel lymph node biopsy in breast cancer surgery. *J Nucl Med* 2001;42:1198-1215.
- Alkureishi LW, Burak Z, Alvarez JA, et al. Joint practice guidelines for radionuclide lymphoscintigraphy for sentinel node localization in oral/oropharyngeal squamous cell carcinoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:1915-1936.
- Hassan O, Taha M.S, Mehairy H.E. Sentinel lymph node biopsy versus elective neck dissection in evaluation of CNO neck in patients with oral and oropharyngeal squamous cell carcinoma. Systematic review and meta-analysis study *EJENTAS* 2015;16:25-34.
- Chone CT, Magalhes RS, Etchehebere E, Camargo E, Altemani A, Crespo AN. Predictive value of sentinel node biopsy in head and neck cancer. *Acta Otolaryngol* 2008;128:920-924.
- Giammarile F, Alazraki N, Aarsvold JN, et al. The EANM and SNMMI practice guideline for lymphoscintigraphy and sentinel node localization in breast cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2013;40:1932-1947.
- Bluemel C, Herrmann K, Giammarile F, et al. EANM practice guidelines for lymphoscintigraphy and sentinel lymph node biopsy in melanoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2015;42:1750-1766.
- Code of Federal Regulations ALARA (as low as reasonably achievable) Program. 10CFR35.20. Washington, DC: Government Printing Office,1991.
- Code of Federal Regulations ALARA Program. 10CFR35.20. Washington DC: Government Printing Office, 2000.
- Code of Federal Regulations. Radiation Protection Program. 49CFR172.803. Washington DC: Government Printing Office, 1996.
- Stratmann SL, McCarty TM, Kuhn JA. Radiation safety with breast sentinel node biopsy. *Am J Surg* 1999;178:454-457.
- de Kanter AY, Arends PP, Eggermont AM, Wiggers T. Radiation protection for the sentinel node procedure in breast cancer. *Eur J Surg Oncol* 2003;29:396-399.
- Bekiş R, Çelik P, Uysal B, ve ark. Exposure of Surgical Staff to Radiation During Surgical Probe Applications in Breast Cancer. *J Breast Cancer* 2009;12:27-31.
- Patton JA. Basic Physics of Nuclear Medicine. In: Sandler MP, Coleman RE, Patton JA, Wackers FJTh, Gottschalk A, Editors. *Diagnostic Nuclear Medicine*. 4th Edition. Philadelphia: LippincottWilliams&Wilkins; 2003. p. 3-20.
- Little MP, Heidenreich WF, Moolgavkar SH, Schöllnberger H, Thomas DC. Systems biological and mechanistic modelling of radiation-induced cancer. *Radiat Environ Biophys* 2008;47:39-47.
- Hamada N, Fujimichi Y. Classification of radiation effects for dose limitation purposes: history, current situation and future prospects. *J Radiat Res* 2014;55:629-640.
- Hamada N, Fujimichi Y, Iwasaki T et al. Emerging issues in radiogenic cataracts and cardiovascular disease. *J Radiat Res* 2014;55:831-846.
- European Society of Radiology (ESR). White paper on radiation protection by the European Society of Radiology. *Insights Imaging* 2011;2:357-362.
- Gibbs Sj. Radiobiology. In: *Diagnostic Nuclear Medicine*. Sandler MP, Coleman RE, Patton JA, Wackers FJTh, Gottschalk A, Editors. 4th Edition. Philadelphia: LipincottWilliams&Wilkins; 2003.p. 185-204.
- Türk Medikal Radyoteknoloji Derneği. [www.tmrtder.org.tr](http://www.tmrtder.org.tr).
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliđi. 24.3.2000/23999.
- Tsopelas C. Particle size analysis of (99m)Tc-labeled and unlabeled antimony trisulfide and rhenium sulfide colloids intended for lymphoscintigraphic application. *J Nucl Med* 2001;42:460-466.
- Zaman MU, Khan S, Hussain R, Ahmed MN. Sentinel lymph node scintigraphy and radioguided dissection in breast carcinoma: an initial experience at Aga Khan University Hospital. *J Pak Med Assoc* 2006;56:153-156.
- van der Ent FW, Kengen RA, van der Pol HA, Povel JA, Stroeken HJ, Hoofwijk AG. Halsted revisited: internal mammary sentinel lymph node biopsy in breast cancer. *Ann Surg* 2001;234:79-84.
- Gray RJ, Pockaj BA, Roarke MC. Injection of (99m)Tc-labeled sulfur colloid the day before operation for breast cancer sentinel lymph node mapping is as successful as injection the day of operation. *Am J Surg* 2004;188:685-689.
- Somashekhar SP, Zaveri Shabber S, Udupa Venkatesh K, Venkatachala K, Parameshwaran, Vasan Thirumalai MM. Sentinel lymphnode biopsy in early breast cancer using methylene blue dye and radioactive sulphur colloid - a single institution Indian experience. *Indian J Surg* 2008;70:111-119.
- Ozkan E, Eroglu A. The Utility of Intraoperative Handheld Gamma Camera for Detection of Sentinel Lymph Nodes in Melanoma. *Nucl Med Mol Imaging* 2015;49:318-320.
- Moslehi M, Shanei A, Hakimian SM, Mahmoudi G, Baradaran-Ghahfarokhi M. (99m)Tc-Phytate Lymphoscintigraphy for Detection of Sentinel Node: Preliminary Results of the First

- Year's Clinical Experience in Isfahan, Iran. *J Med Signals Sens* 2015;5:69-74.
29. Vermeeren L, Valdés Olmos RA, Meinhardt W et al. Intraoperative radioguidance with a portable gamma camera: a novel technique for laparoscopic sentinel node localisation in urological malignancies. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:1029-1036.
  30. Bergqvist L, Strand SE, Persson B, Hafström L, Jönsson PE. Dosimetry in lymphoscintigraphy of Tc-99m antimony sulfide colloid. *J Nucl Med* 1982;23:698-705.
  31. Waddington WA, Keshtgar MR, Taylor I, Lakhani SR, Short MD, Ell PJ. Radiation safety of the sentinel lymph node technique in breast cancer. *Eur J Nucl Med* 2000;27:377-391.
  32. Pandit-Taskar N, Dauer LT, Montgomery L, St Germain J, Zanzonico PB, Divgi CR. Organ and fetal absorbed dose estimates from 99mTc-sulfur colloid lymphoscintigraphy and sentinel node localization in breast cancer patients. *J Nucl Med* 2006;47:1202-1208.
  33. Ferrari M, Cremonesi M, Sacco E et al. [Radiation protection in the use of tracers in radioguided breast surgery]. *Radiol Med* 1998;96:607-611.
  34. Law M, Cheng KC, Wu PM, Ho WY, Chow LW. Patient effective dose from sentinel lymph node lymphoscintigraphy in breast cancer: a study using a female humanoid phantom and thermoluminescent dosimeters. *Br J Radiol* 2003;76:823.
  35. International Commission on Radiological Protection (ICRP) Oxford: Pergamon Press, 1991.
  36. Barreto A, Cardoso G, Ferreira L.S, Santos A.I. Dosimetry of the professionals involved in SLN technique. *PRS* 2013 Lisbon.
  37. Morton R, Horton PW, Peet DJ, Kissin MW. Quantitative assessment of the radiation hazards and risks in sentinel node procedures. *Br J Radiol* 2003;76:117-122.
  38. Najafi M, Nedaie H.A, Lahooti A et al. Radiation exposure of the surgeons in sentinel lymph node biopsy. *Iran. J. Radiat. Res* 2012;10:53-57.
  39. Singleton M, Firth M, Stephenson T, Morrison G, Baginska J. Radiation-guided breast sentinel lymph node biopsies is a handling delay for radiation protection necessary? *Histopathology* 2012;61:277-282.
  40. Koizumi M, Nomura E, Yamada Y, et al. Sentinel node detection using 99mTc-rhenium sulphide colloid in breast cancer patients: evaluation of 1 day and 2 day protocols, and a dose-finding study. *Nucl Med Commun* 2003;24:663-670.
  41. Miner TJ, Shriver CD, Flicek PR et al. Guidelines for the safe use of radioactive materials during localization and resection of the sentinel lymph node. *Ann Surg Oncol* 1999;6:75-82.
  42. Yudd AP, Kempf JS, Goydos JS, Stahl TJ, Feinstein RS. Use of sentinel node lymphoscintigraphy in malignant melanoma. *Radiographics* 1999;19:343-353.
  43. Chakera A.H, Hesse B, Burak Z et al. EANM-EORTC general recommendations for sentinel node diagnostics in melanoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:1713-1742.
  44. Alazraki N, Glass EC, Castronovo F, Olmos RA, Podoloff D; Society of Nuclear Medicine. Procedure guideline for lymphoscintigraphy and the use of intraoperative gamma probe for sentinel lymph node localization in melanoma of intermediate thickness 1.0. *J Nucl Med* 2002;43:1414-1418.
  45. Coventry B.J, Collins P.J, Kollias J et al. Ensuring Radiation safety to Staff in Lymphatic Tracing and Sentinel Lymph Node Biopsy Surgery-Some Recommendations. *J Nucl Med Radiat Ther* Doi.org/10.4172/2155-9619.
  46. Renshaw AA, Kish R, Gould EW. Increasing radiation from sentinel node specimens in pathology over time. *Am J Clin Pathol* 2010;134:299-302.